

19 JAN 2003

PCT/D 03/02 4727

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 10 SEP 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 32 952.4

Anmeldetag: 19. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Induktives Bauelement und Verwendung des Bauelements

IPC: H 01 F, H 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Stremme

BEST AVAILABLE COPY



Beschreibung

Induktives Bauelement und Verwendung des Bauelements

5 Die Erfindung betrifft ein induktives Bauelement zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung und mindestens einen Kern mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt und
10 mindestens einen weiteren Spalt aufweist. Daneben wird eine Verwendung des Bauelements angegeben.

Ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG) wird als elektronischer Spannungs- und/oder Stromwandler im
15 Beleuchtungsbereich eingesetzt. EVGs weisen mindestens ein induktives Bauelement auf. Das induktive Bauelement ist beispielsweise eine Drosselspule oder ein Transformator. Das induktive Bauelement verfügt über eine Drahtwicklung. Die Drahtwicklung weist eine Anzahl von Windungen eines
20 elektrischen Leiters zur Erzeugung eines magnetischen Flusses durch den in dem Leiter fließenden Strom auf. Die Drahtwicklung dient auch der Erzeugung einer Spannung durch Änderung der magnetischen Induktion in der Drahtwicklung. Zur Vergrößerung der magnetischen Induktion und zur Vermeidung eines magnetischen Streuverlusts befindet sich die Drahtwicklung meist auf einem Kern mit ferromagnetischem Material. Das ferromagnetische Kernmaterial ist
beispielsweise ein Ferrit. Der Kern sorgt für einen möglichst geschlossenen magnetischen Kreis.

30

Diese EVGs werden zunehmend miniaturisiert. Die Miniaturisierung betrifft insbesondere ein induktives Bauelement der EVGs. Eine Baugröße eines induktiven Bauelements lässt sich bei einem gleichbleibenden
35 Leistungsdurchsatz durch eine höhere Schaltfrequenz erreichen. Eine höhere Schaltfrequenz führt aber zu einer Erhöhung der elektrischen Verluste und damit zu einer

Erniedrigung der Güte des induktiven Bauelements. Die Güte ist ein Maß einer elektrischen Qualität des induktiven Bauelements. Infolge der sinkenden Güte kann es bei einer zunehmenden Miniaturisierung des induktiven Bauelements insbesondere bei einer hohen Wechselspannung, mit der das induktive Bauelement betrieben wird, zu einer unzulässig hohen Betriebstemperatur kommen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein induktives Bauelement bereitzustellen, das eine hohe Güte auch bei einer hohen anliegenden Wechselspannung aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein induktives Bauelement zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung und mindestens einen Kern mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt und mindestens einen weiteren Spalt aufweist. Das induktive Bauelement ist dadurch gekennzeichnet, dass die Spalte jeweils eine Spaltweite aufweisen, die mindestens 0,5 mm beträgt. Es resultiert ein relativ weiter Gesamtspalt, der auf mindestens zwei Spalte aufgeteilt ist. Insbesondere ist die Spaltweite aus dem Bereich von einschließlich 0,8 mm bis einschließlich 10 mm ausgewählt. Vorzugsweise beträgt die Spaltweite 2 mm bis 10 mm.

Ein Spalt ist eine gewünschte Unterbrechung des magnetischen Kreises. Vorzugsweise ist dabei über eine gesamte Ausdehnung des Spalts die Spaltweite annähernd gleich. Die Ausdehnung ist beispielsweise eine Breite, eine Länge oder ein Radius des Spalts. Der Spalt weist zur Unterbrechung des magnetischen Kreises zumindest teilweise ein nicht-ferromagnetisches Material auf. Das nicht-ferromagnetische Material ist beispielsweise ein diamagnetisches oder paramagnetisches Material. Erfindungsgemäß wird der magnetische Kreis an mindestens zwei Stellen unterbrochen. Die Unterbrechung erfolgt durch die Spalte. Die Spaltweiten

führen dazu, dass der magnetische Kreis in einer Länge von mindestens 2 x 0,5 mm unterbrochen ist. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass trotz einer Ansteuerung des induktiven Bauelements mit einer Wechselspannung von mehreren hundert

5 Volt aufgrund dieser Spalte eine relativ hohe Güte Q erzielbar ist. Daher ist eine kleinere Baugröße des induktiven Bauelements im Vergleich zu einem induktiven Bauelement mit anders ausgestalteten Spalten möglich.

10 In einer besonderen Ausgestaltung besteht der Kern aus mindestens zwei Teilen, die an den Spalten einander gegenüberliegend angeordnet und durch die Spaltweiten voneinander beabstandet sind.

15 Vorzugsweise ist mindestens einer der Spalte ein Luftspalt. Dies bedeutet, dass der durch den Spalt festgelegte Zwischenraum des Kerns Luft enthält. Das nicht-ferromagnetische Material des Spalts ist Luft. Es kann aber auch ein anderes nicht-ferromagnetisches, gasförmiges

20 Material im Luftspalt angeordnet sein. Dem gegenüber ist auch ein nicht-ferromagnetisches festes oder flüssiges Material denkbar. Dieses Material ist beispielsweise ein Kunststoff. Vorteilhaft ist beispielsweise die Verwendung eines Klebstoffs, mit dem die Teile des Kerns zusammengeklebt sind. Der Klebstoff führt nicht nur zu einer Unterbrechung des magnetischen Kreises. Er führt auch zu einem stoffschlüssigen Kontakt zwischen den Teilen des Kerns.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung weisen die
30 Spalte eine im Wesentlichen gleiche Spaltweite auf.

Beispielsweise besteht der Kern aus zwei Teilen, die durch zwei Spalte voneinander getrennt sind. Die beiden Teile sind durch gleich weite Spalte zueinander in einem jeweils gleichen Abstand zueinander angeordnet. Im Wesentlichen
35 gleich bedeutet, dass auch geringe Abweichungen von bis zu 10 % der Spaltweite zulässig sind.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Drahtwicklung einen Innenbereich und einen Außenbereich auf und die Spalte des Kerns sind im Innenbereich und/oder im Außenbereich der Drahtwicklung angeordnet. Beispielsweise ist ein Spalt im Innenbereich und zwei Spalte im Außenbereich angeordnet. Vorzugsweise zeichnen sich die Spalte im Außenbereich durch die im Wesentlichen gleiche Spaltweite aus. Dabei kann es auch sein, dass der Spalt im Innenbereich der Drahtwicklung eine deutlich höhere Spaltweite aufweist, als die beiden Spalte im Außenbereich. Vorzugsweise sind aber die Spaltweiten aller Spalte im Wesentlichen gleich.

In einer weiteren Ausgestaltung ist der Kern im Wesentlichen symmetrisch. Der symmetrische Kern geht durch Spiegelung an einem Punkt (Symmetriezentrum), an einer Geraden (Symmetrieachse) oder einer Ebene (Symmetrieebene) in sich über. Beispielsweise sind die genannten Symmetrieelemente im Innenraum der Drahtwicklung angeordnet. Das Symmetrieelement ist beispielsweise eine Symmetrieebene, die senkrecht zu einer Wicklungsachse der Drahtwicklung angeordnet ist. Die Wicklungsachse der Drahtwicklung ist gegeben durch eine Richtung, in der der Draht aufgewickelt ist. Der Kern besteht beispielsweise aus zwei Teilen, die durch die Spiegelung an der Symmetrieebene jeweils ineinander übergeführt werden. Die Symmetrieebene enthält dazu vorzugsweise auch die Spalte und der Kern besteht aus zueinander spiegelbildlich geformten Teilen. Beispielsweise verfügt der Kern über eine RM6- oder damit vergleichbare Kernform. Diese Kernformen sind eine Kombination einer E-Kernform mit einer Topf-Kernform.

Insbesondere weist das gesamte Bauelement aus Drahtwicklung und Kern einen im Wesentlichen symmetrischen Aufbau auf. Dies bedeutet, dass nicht nur der Kern, sondern auch die Drahtwicklung im Wesentlichen symmetrisch aufgebaut sind. Beispielsweise können Drahtwicklung und Kern durch eine Spiegelung an einer gemeinsamen Spiegelebene in sich selbst überführt werden. Im Wesentlichen symmetrisch bedeutet dabei,

dass durchaus auch Abweichungen von der Symmetrie vorstellbar sind. Diese Abweichungen betreffen beispielsweise eine Anzahl oder eine Form der Windungen der Drahtwicklung, eine Form des Kerns sowie eine Anordnung von Drahtwicklung und Kern zueinander.

Insbesondere ist das Kernmaterial des Kerns hochfrequenztauglich. Vorzugsweise ist das Kernmaterial ein Ferrit in Form eines M33-Kernmaterials mit einer Grenzfrequenz von etwa 10 MHz. Dieses Kernmaterial weist Mangan und Zink auf. Ebenso ist ein K1, K6 oder K12-Kernmaterial denkbar. Diese Kernmaterialien weisen Nickel und Zink auf. Das K6-Kernmaterial weist beispielsweise eine Grenzfrequenz von 2 MHz auf.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die Drahtwicklung eine Hochfrequenzlitze mit einer Vielzahl von voneinander elektrisch isolierten Einzeldrähten auf. Eine Litze ist ein aus vielen Metallfäden (Einzeldrähten) gewundener oder geflochtener Draht. Bei einer Hochfrequenzlitze sind die Einzeldrähte gegeneinander isoliert, um Verluste durch Skineffekt und Wirbelströme zu reduzieren. Dadurch wird im Vergleich zu einer Litze mit nicht voneinander isolierten Einzeldrähten bei gleichem Querschnitt ein niedrigerer Hochfrequenzverlustwiderstand erzielt. Insbesondere weisen die Einzeldrähte zumindest einen aus dem Bereich von einschließlich 10 μm bis einschließlich 50 μm ausgewählten Einzeldrahtdurchmesser aus. Insbesondere ist die Vielzahl aus dem Bereich von einschließlich 10 bis einschließlich 30 ausgewählt. Beispielsweise sind 10 und mehr Einzeldrähte zu einer Hochfrequenzlitze angeordnet. Damit lassen sich Drahtwicklungen mit einer relativ großen Oberfläche und damit mit einem relativ niedrigen Hochfrequenzverlustwiderstand bereitstellen.

Insbesondere ist das induktive Bauelement eine Drosselspule oder ein Transformator. Eine Drosselspule ist für Gleichstrom

durchlässig. Dagegen wird Wechselstrom durch die Drosselspule gesperrt. Die Drosselspule weist für einen Strom hoher Frequenz einen hohen elektrischen Blindwiderstand auf. Der Transformator besteht aus mindestens zwei Drahtwicklungen. Es können aber auch mehr als zwei Drahtwicklungen zum Transformator angeordnet sein. Alternativ dazu besteht der Transformator aus einer Drahtwicklung, die durch einen elektrischen Abgriff in zwei Teile unterteilt ist.

10 Das induktive Bauelement wird gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung in einem elektronischen Vorschaltgerät verwendet, bei dem eine elektrische Eingangsleistung in eine elektrische Ausgangsleistung umgewandelt wird. Eingangsleistung und Ausgangsleistung sind normalerweise unterschiedlich.

15 Insbesondere wird dabei das Bauelement mit einer Wechselspannung mit einer Frequenz aus dem Bereich von einschließlich 100 kHz bis einschließlich 200 MHz betrieben. Dieser Frequenzbereich wird als Hochfrequenzbereich bezeichnet.

20 In einer besonderen Ausgestaltung wird eine Wechselspannung von bis zu 2000 Volt verwendet. Es hat sich gezeigt, dass sich mit Hilfe der Spalte auch bei einigen hundert Volt mit einer Frequenz von einigen MHz eine hohe Güte erzielen lässt.

25 Dies führt dazu, dass das induktive Bauelement miniaturisiert werden kann und trotzdem ein hoher Leistungsdurchsatz bei hoher Güte und niedrigen inneren Verlusten erreicht werden kann. Das induktive Bauelement kann somit als ein miniaturisierter HF-HV (Hochfrequenz-Hochvolt)-Bauelement
30 bezeichnet werden.

Anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Figuren wird die Erfindung näher vorgestellt. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen
35 Abbildungen dar.

Figur 1 zeigt ein induktives Bauelement von der Seite.

Figur 2 zeigt ein Gütespannungsdiagramm des induktiven Bauelements.

- 5 Figuren 3a und 3b zeigen eine RM-Bauform des Kerns des induktiven Bauelements von oben und im Querschnitt entlang der Verbindungslinie I-I.

Das induktive Bauelement 1 ist ein HF-HV-(Hochfrequenz-Hochvolt)Transformator. Das Bauelement 1 weist eine Drahtwicklung 3 und einen Kern 4 auf. Die Drahtwicklung zeichnet sich durch eine Wicklungsachse 12 aus, entlang der der Draht der Drahtwicklung 3 gewickelt ist. Die Drahtwicklung 3 ist eine Hochfrequenzlitze mit 30 Einzeldrähten. Der Drahtdurchmesser eines Einzeldrahtes beträgt etwa 30 μm . Der Kern 4 ist ein Ferritkern und besteht aus einem M33-Kernmaterial. Der Kern weist eine RM6-Kernform auf (Figuren 3a und 3b). Der Kern ist eine Kombination einer E-Kernform und einer Topf-Kernform mit einer mittigen Bohrung 15. Der Kern 4 weist einen kernmittigen Spalt 7 auf, der um die mittige Bohrung 15 im Innenbereich 10 der Drahtwicklung 3 angeordnet ist. Zwei weitere Spalte 8 sind im Außenbereich 11 der Drahtwicklung 3 in jeweils einem der Kernschenkel 6 des Kerns 4 angeordnet. Alle drei Spalte 7 und 8 sind Luftspalte. Die Spaltweiten der Spalte 7 und 8 sind mit jeweils etwa 3 mm im Wesentlichen gleich..

Der Kern ist im Wesentlichen symmetrisch. Er besteht aus zwei zur Spiegelebene 13 spiegelsymmetrisch angeordneten Teilen 5, die an den Spalten 7 und 8 einander gegenüberliegend angeordnet und durch die Spaltweiten 9 voneinander beabstandet sind. Die Spiegelebene 13 befindet sich in den drei Spalten 7 und 8. Durch die Anordnung ist aber nicht nur der Kern 4, sondern auch die Drahtwicklung 3 im Wesentlichen symmetrisch angeordnet. Es resultiert induktives Bauelement, das im Wesentlichen zur Spiegelebene 13 symmetrisch ist.

Das in Figur 2 gezeigte Gütespannungsdiagramm des HF-HV-Transformators 1 mit der Spule 2 ist bei einer Primärinduktivität von 24 μH und einer Frequenz von 2,7 MHz mit Hilfe des Kreisresonanzverfahrens gemessen. Deutlich zu
5 sehen ist, dass auch bei einer effektiven Wechselspannung ($U_L[V_{\text{eff}}]$) von mehreren hundert Volt eine relativ hohe Güte des Bauteils erzielbar ist. Die hohe Güte ist trotz hoher Frequenz bei einer kleinen Baugröße, wie sie bei einer RM6-Kernform gegeben ist, erzielbar.

Patentansprüche

1. Induktives Bauelement (1) zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung (3)
5 und mindestens einen Kern (4) mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern (4) zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt (7, 8) und mindestens einen weiteren Spalt (8, 7) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
10 die Spalte (7, 8) jeweils eine Spaltweite (9) aufweisen, die mindestens 0,5 mm beträgt.
2. Bauelement nach Anspruch 1, wobei die Spaltweite (9) aus dem Bereich von einschließlich 0,8 mm bis einschließlich
15 10 mm ausgewählt ist.
3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Kern (4) aus mindestens zwei Teilen (5) besteht, die an den Spalten (7, 8) einander gegenüber liegend angeordnet und
20 durch die Spaltweiten (9) voneinander beabstandet sind.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest einer der Spalte (7, 8) ein Luftspalt ist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spalte (7, 8) eine im Wesentlichen gleiche Spaltweite
(9) aufweisen.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die
30 Drahtwicklung (3) einen Innenbereich (10) und einen Außenbereich (11) aufweist und die Spalte (7, 8) des Kerns (4) im Innenbereich (10) und/oder im Außenbereich (11) der Drahtwicklung (3) angeordnet sind.
- 35 7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Kern (4) im Wesentlichen symmetrisch ist.

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Kernmaterial des Kerns (4) hochfrequenztauglich ist.

5 9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Drahtwicklung (3) eine Hochfrequenzlitze (14) mit einer Vielzahl von voneinander elektrisch isolierten Einzeldrähten aufweist.

10 10. Bauelement nach Anspruch 9, wobei die Einzeldrähte zumindest einen aus dem Bereich von einschließlich 10 μm bis einschließlich 50 μm ausgewählten Einzeldrahtdurchmesser aufweisen.

15 11. Bauelement nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Vielzahl aus dem Bereich von einschließlich 10 bis einschließlich 30 ausgewählt ist.

20 12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Bauelement eine Drosselspule oder ein Transformator ist.

25 13. Verwendung eines Bauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 12 in einem elektronischen Vorschaltgerät, bei dem eine elektrische Eingangsleistung in eine elektrische Ausgangsleistung umgewandelt wird.

30 14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei das Bauelement mit einer Wechselspannung mit einer Frequenz aus dem Bereich von einschließlich 100 kHz bis einschließlich 200 MHz betrieben wird.

15. Verwendung nach Anspruch 13 oder 14, wobei eine Wechselspannung bis zu 2000 V verwendet wird.

Zusammenfassung

Induktives Bauelement und Verwendung des Bauelements

5 Die Erfindung betrifft ein induktives Bauelement (1) zur
Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens
eine Drahtwicklung (3) und mindestens einen Kern (4) mit
einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern zur
Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt (7, 8) und
10 mindestens einen weiteren Spalt (8, 7) aufweist. Das
induktive Bauelement ist dadurch gekennzeichnet, dass die
Spalte jeweils eine Spaltweite von mindestens 0,5 mm
aufweisen. Der Kern besteht beispielsweise aus zwei Teilen,
die an den Spalten (7, 8) einander gegenüber liegend
15 angeordnet und durch die Spaltweiten voneinander beabstandet
sind. Vorteilhaft ist das Bauelement symmetrisch mit im
Wesentlichen gleichen Spaltweiten der Spalte. Mit der
Verwendung einer Drahtwicklung aus einer Hochfrequenzlitze
und einem Kern aus einem hochfrequenztauglichen Kernmaterial
20 ist ein miniaturisiertes induktives Bauelement zugänglich,
das auch bei einem hohen Leistungsdurchsatz eine hohe Güte Q
und damit niedrige elektrische Verluste aufweist. Das
induktive Bauelement wird in einem sogenannten elektronischen
Vorschaltgerät (EVG) im Beleuchtungsbereich eingesetzt.

Figur 1

FIG 1

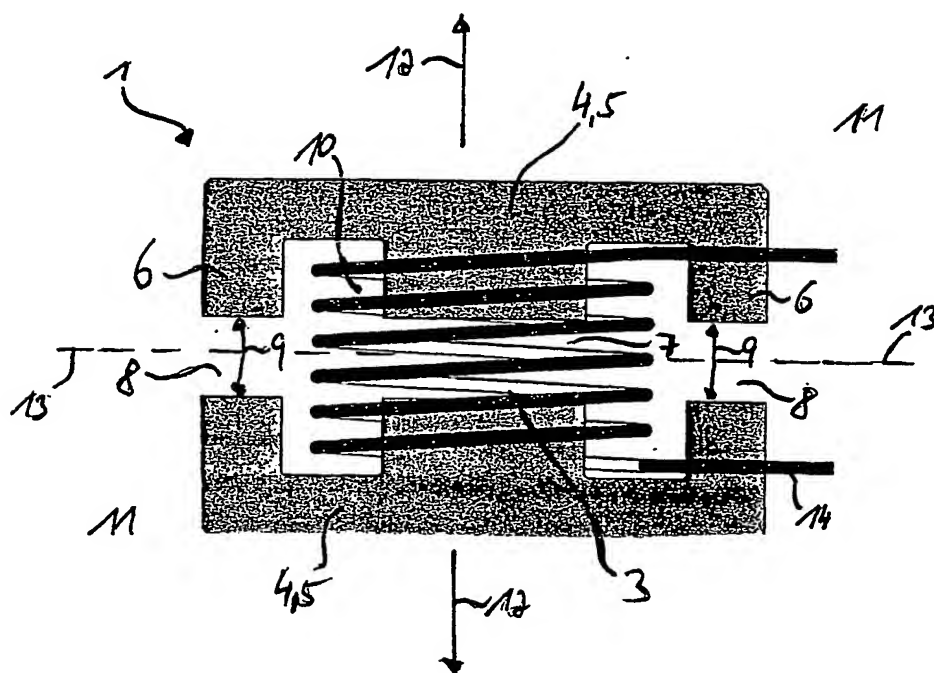


FIG 2

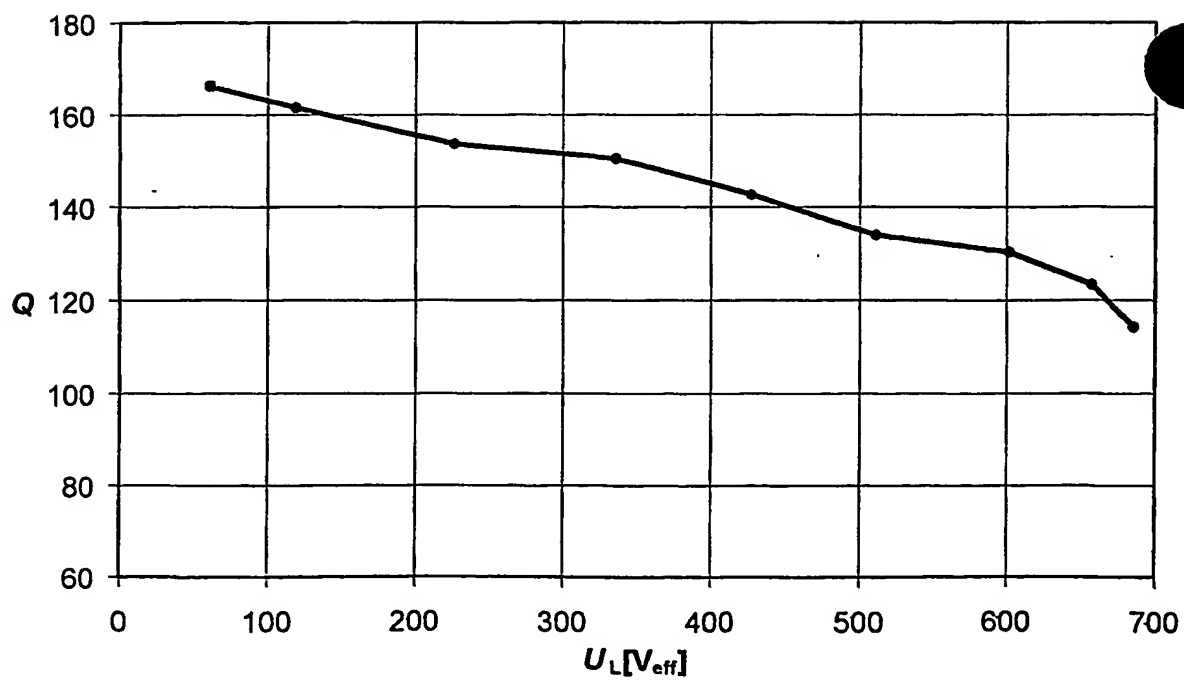


FIG 3A

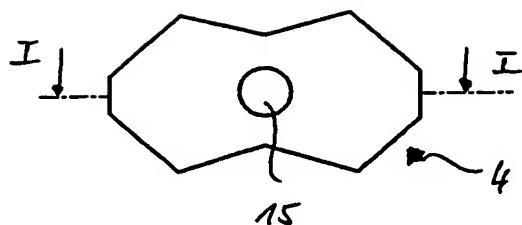
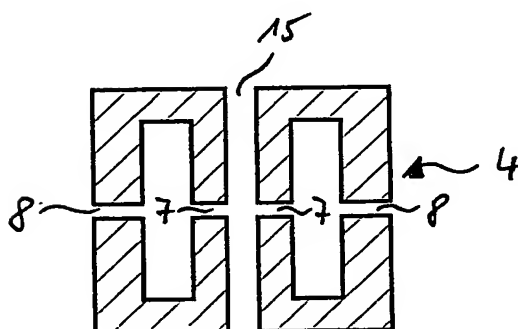


FIG 3B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.